

Attorney Docket No.: 08038.0021

Customer Number: 22,852

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Yasuo Kobayashi

Serial No.: 09/655,787

Filed: September 6, 2000



Group Art Unit: Not Assigned

Examiner: Not Assigned

For: METHOD AND APPARATUS FOR SURFACE TREATMENT

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119, Applicant hereby claim the benefit of the filing date of Japanese Patent Application No. 10-291867, filed October 14, 1998, for the above-identified U.S. patent application.

In support of this claim for priority, enclosed is one certified copy of the priority application.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

By: 

David W. Hill
Reg. No. 28,220

Date: February 20, 2001

DWH/FPD/sem
Enclosure

LAW OFFICES

FINNEGAN, HENDERSON,
FARABOW, GARRETT,
& DUNNER, L.L.P.
1300 I STREET, N. W.
WASHINGTON, DC 20005
202-408-4000

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年10月14日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第291867号

出 願 人

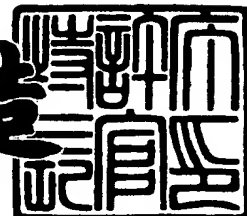
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

2000年 8月18日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3064604

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP980016

【提出日】 平成10年10月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/302

【発明の名称】 表面処理方法及びその装置

【請求項の数】 13

【発明者】

 【住所又は居所】 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 650番地 東京エレクトロ
ン株式会社 総合研究所内

 【氏名】 小 林 保 男

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

 【代表者】 東 哲 郎

【代理人】

 【識別番号】 100094651

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大 川 晃

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 表面処理方法及びその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

C1F₃ ガスを用いて被処理体の表面をクリーニングする工程と、
前記クリーニング工程で前記被処理体の表面に残留した前記C1F₃ ガスに由来する塩素を該表面から除去する塩素除去工程と、
を有することを特徴とする表面処理方法。

【請求項 2】

前記塩素除去工程が還元ガスを用いて前記塩素を前記被処理体の表面から除去する工程を有する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の表面処理方法。

【請求項 3】

前記還元ガスがH₂ ガスである、ことを特徴とする請求項 2 に記載の表面処理方法。

【請求項 4】

前記被処理体の表面にC1F₃ ガスを供給して前記被処理体の表面にC1F₃ ガスを吸着させる吸着工程と、

前記C1F₃ ガスの前記被処理体表面への供給を停止する工程と、

前記被処理体の表面に吸着したC1F₃ ガスを用いて前記被処理体の表面をクリーニングする工程と、

を有することを特徴とする表面処理方法。

【請求項 5】

前記吸着工程において、前記被処理体を20℃以下に冷却することを特徴とする請求項 4 に記載の表面処理方法。

【請求項 6】

内部に被処理体が配置される処理容器と、

前記処理容器内にC1F₃ ガスを供給する手段と、

供給した前記C1F₃ ガスを活性化する手段と、

前記処理容器内に還元ガスを供給する手段と、

を備えることを特徴とする表面処理装置。

【請求項 7】

内部に被処理体が配置される処理容器と、
前記処理容器内に ClF_3 ガスを供給する手段と、
前記被処理体への ClF_3 ガスの吸着を促進する手段と、
供給した前記 ClF_3 ガスを活性化する手段と、
を備えることを特徴とする表面処理装置。

【請求項 8】

前記処理容器内に設けられ、前記被処理体を載置する載置台を備える
ことを特徴とする請求項 7 に記載の表面処理装置。

【請求項 9】

前記被処理体への ClF_3 ガスの吸着を促進する手段が、前記載置台に内設され、かつ該載置台上に載置された前記被処理体を冷却する手段である、ことを特徴とする請求項 8 に記載の表面処理装置。

【請求項 10】

前記 ClF_3 ガスを活性化する手段が前記載置台の被処理体載置部から離間した加熱位置で前記被処理体を加熱する手段である
ことを特徴とする請求項 9 に記載の表面処理装置。

【請求項 11】

前記被処理体載置部と前記加熱位置との間で前記被処理体を昇降させる手段を備える、ことを特徴とする請求項 10 に記載の表面処理装置。

【請求項 12】

請求項 6 から 11 のいずれか 1 項に記載の表面処理装置と、
内部を非反応性雰囲気に維持することが可能であり、かつ前記表面処理装置との間で被処理体を非反応性雰囲気中で搬送可能に設けられた搬送チャンバと、
前記搬送チャンバとの間で被処理体を非反応性雰囲気中で搬送可能に設けられた 1 個あるいは複数個の他の処理装置と、
を備えることを特徴とするクラスタ装置。

【請求項 13】

前記他の処理装置が被処理体上に金属配線を形成するための金属配線形成チャンバである、ことを特徴とする請求項 12 に記載のクラスタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被処理体、例えば半導体ウエハの表面をクリーニングする表面処理方法及びそれに用いる表面処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、半導体集積回路（半導体素子）を製造するためには、被処理体である半導体ウエハ等の基板に対して所定の成膜とパターンエッチング等を繰り返して行ない、多数の所望の素子を形成するようになっている。

【0003】

ところで、このように被処理体（基板）に対して各種の処理工程を行うに当たって、被処理体、例えば半導体ウエハ（以下“ウエハ”という）を各処理装置間で搬送する必要があることから、ウエハが大気に曝されることが避けられなかった。そのため、ウエハ表面の大気に曝される部分（例えば、コンタクトホール底のシリコン基板の露出部や、ビアホール底の金属層の露出部等）に、それら露出部と大気中の酸素や水分とが反応することによって、いわゆる自然酸化膜が発生し易かった。また、ウェット洗浄（例えば RCA 洗浄）の薬液と前述の露出部が反応することにより、その表面に化学酸化物（Chemical Oxide）が発生するおそれがあった。また、各種の処理工程や、各処理装置間での搬送の間に、ウエハ表面が金属等で汚染されるおそれもあった。

【0004】

このような自然酸化膜及び化学酸化物を含めた酸化物（以下、総称して“自然酸化物”という）や金属汚染は、半導体素子の特性、例えば電気的特性等を劣化させることから、ウエハへの成膜工程等の前処理として、酸化物や金属汚染等をウエハ表面から除去してウエハ表面をクリーニングする表面処理が行なわれてい

る。

【0005】

自然酸化膜等を除去するこの種の表面処理は、従来は、ウエハをHF溶液等の薬液中に浸漬して自然酸化膜等をウエハの表面より除去する、いわゆるウェット洗浄（例えばRCA洗浄）が一般的に行われてきた。しかしながら、半導体素子の高集積化及び高微細化が進むにつれて、素子サイズ、例えばその線幅やコンタクトホール径等も微細となり、例えばコンタクトホールのアスペクトレシオが大となるとともにその径は0.2～0.3 μm 程度、あるいはそれ以下（例えば、0.12 μm ）になりつつある。この微細化のために、ウェット洗浄中、薬液がこのような微細なコンタクトホール内に十分に浸み込まなかったり、あるいはこれとは逆にこの中に浸み込んだ薬液がその表面張力のためにこのコンタクトホール内から排出できない事態が生じていた。このためコンタクトホールの底部に発生した自然酸化膜を十分に除去することができないとする致命的な問題点が生じていた。

【0006】

また、複数層からなる積層構造体をウェット洗浄する場合、そのコンタクトホール壁のエッチングレートが層毎に異なることから、ホール壁面に凹凸が発生する等の問題点があった。

【0007】

添付した図7は、例えばシリコン材（Si）からなるウエハWの表面に形成されたドレインやソースに電氣的コンタクトをとるためのコンタクトホール202を示していて、図7（a）に示すホール径Dは、0.2～0.3 μm 程度である。このホール202の多層構造の壁面は、図7（a）に示すように、異なる成膜工程で形成された、例えば3層構造の、シリコン酸化膜（ SiO_2 ）よりなっている。ここで、例えば、ウエハW表面に成膜された第1層目の SiO_2 膜204は、熱酸化により形成された膜であり、第2層目の SiO_2 膜206は、スピコート法により形成されたリンドープドガラスであり、また第3層目の SiO_2 膜208は、シリカガラスにより形成されている。そして、図7（a）に示すように、コンタクトホール202の底部に自然酸化膜210が発生している。

【0008】

このような3層構造の成膜層においては、各層を構成する SiO_2 膜204, 206, 208は、ウェット洗浄する際、薬液に対するエッチング速度がそれぞれ異なっている。そのため、ウェット洗浄によって自然酸化膜210を除去した後には、図7(b)に示すように、ホール202の側壁に、前述したエッチング速度の差に起因して凹凸209が発生したり、あるいは薬液が浸入し易い各層間の境界部分が過度に削り取られてしまう（切込み部分参照）といった問題点が従来のウェット洗浄にあった。

【0009】

そこで、このような従来のウェット洗浄のもつ問題点を解決するために、薬液によるウェット洗浄に代えて、エッチングガスを用いて自然酸化膜を除去する、いわゆるドライ洗浄（エッチング）法が種々提案されている（例えば、特開平4-206526号公報、特開平6-196455号公報参照）。

【0010】

一般にドライ洗浄による自然酸化膜除去法としてアルゴンガスと H_2 ガスによるスパッタエッチングが用いられている。

【0011】

さらに、例えば、上記した特開平4-206526号公報に示す半導体ウエハのスルーホールの金属穴埋め方法においては、前処理室で下地金属の一部を露出させた露出下地の前処理、とくにその金属膜の表面に存在する酸化膜を ClF_3 ガスを供給・加熱してライトエッチングし、いわゆる自然酸化膜等の除去を行っている。そして、この前処理したウエハを大気に曝すことなく、搬送手段により前処理室から成膜室へ搬送して金属の選択CVD処理を行うようになっている。

また、上記した特開平6-196455号公報に示すウエハの処理方法では、ウエハを ClF_3 ガスと H_2 ガスとの混合ガス雰囲気に入れ、この混合ガスに紫外線を照射してウエハ上に発生した自然酸化膜をウエハを加熱することなく除去している。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のアルゴンガスと水素ガスによるスパッタエッチング法ではウエハのコンタクトへの損傷のおそれがあり、低エネルギーのドライ洗浄が要求されていた。

【0013】

また、公知の ClF_3 ガスによるウエハのクリーニングは、次の問題点を有していた。

【0014】

すなわち、クリーニングに用いた ClF_3 ガスに由来する塩素によって、ウエハ上の金属膜等が腐蝕されて、製品としての半導体素子の歩留まり、信頼性が低下するという問題点があった。つまり、 ClF_3 ガスは塩素含有ガスであるため、 ClF_3 ガスを用いてウエハ表面のクリーニングを行った後には、例えば、その表面に存在するシリコンや金属等の原子と結合した塩素原子というかたちで、塩素がウエハ上に残留し、この残留塩素によって、ウエハ上に形成された金属膜等（例えば半導体素子の配線として機能する）が腐蝕されるので、半導体素子の電気的特性等が劣化し、製品である半導体素子の信頼性、歩留まりが低下することになる。

【0015】

また、 ClF_3 ガスによる反応が過度に進行して、ウエハへのダメージを招来させ、製品としての半導体素子の歩留まり、信頼性が低下するという問題点もあった。つまり、 ClF_3 ガスを用いてウエハ表面のクリーニングを行った後には、自然酸化物等だけでなく、ウエハ上に形成された、例えば、 SiO_2 等の絶縁膜、 Al 等の金属膜も ClF_3 ガスと反応してエッチングされてしまう。そして、例えば、半導体素子の層間絶縁膜として機能する絶縁膜や半導体素子の配線として機能する金属膜等が過度にエッチングされると、半導体素子の電気的特性等が劣化し、製品である半導体素子の信頼性、歩留まりが低下することになる。

【0016】

本発明は、このような従来の被処理体表面のクリーニングのもつ問題点に鑑み

てなされたもので、半導体素子等の製造工程において用いられた場合に製品の信頼性を向上させることが可能な表面処理方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

請求項1から3に記載の本発明の表面処理方法は、 ClF_3 ガスを用いて被処理体の表面をクリーニングする工程と、前記被処理体の表面に残留した前記 ClF_3 ガスに由来する塩素を除去する塩素除去工程と、を有することを特徴とする。

【0018】

また、請求項4から5に記載の本発明の表面処理方法は、前記被処理体の表面に ClF_3 ガスを供給して、前記被処理体の表面に ClF_3 ガスを吸着させる吸着工程と、前記 ClF_3 ガスの前記被処理体表面への供給を停止する工程と、前記被処理体の表面に吸着した ClF_3 ガスを用いて前記被処理体の表面をクリーニングする工程と、を有することを特徴とする。

【0019】

また、請求項6に記載の本発明の表面処理装置は、内部に被処理体が配置される処理容器と、前記処理容器内に ClF_3 ガスを供給する手段と、前記 ClF_3 ガスを活性化する手段と、前記処理容器内に還元ガスを供給する手段と、を備えることを特徴とする。

【0020】

また、請求項7から11に記載の本発明の表面処理装置は、内部に被処理体が配置される処理容器と、前記処理容器内に ClF_3 ガスを供給する手段と、前記被処理体への ClF_3 ガスの吸着を促進する手段と、前記 ClF_3 ガスを活性化する手段と、を備えることを特徴とする。

【0021】

また、請求項12から13に記載の本発明のクラスタ装置は、請求項6から11のいずれかに記載の表面処理装置と、内部を非反応性雰囲気に維持することが可能であり、前記表面処理装置との間で被処理体を非反応性雰囲気中で搬送可能

に設けられた搬送チャンバと、前記搬送チャンバとの間で被処理体を非反応性雰囲気中で搬送可能に設けられた 1 個あるいは複数個の他の処理装置と、を備えることを特徴とする。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の表面処理方法とそれに用いる表面処理装置の一実施の形態を添付した図面を参照して説明する。

【0023】

表面処理装置の構成

図 1 は、本発明の表面処理装置の実施形態の 1 例を示す概念構成図である。図 1 に示す表面処理装置（クリーニング装置）1 は、半導体素子等の製造工程において、例えば、コンタクトホール 202（図 7 参照）等が形成されたウエハ W（被処理体）の表面のクリーニングに用いられるものである。このクリーニングによって、コンタクトホール 202 等の底部の表面に発生した自然酸化膜あるいは化学酸化物のような酸化物であって、その膜厚が 10～20 オングストローム程度の酸化物（以下、「自然酸化物」という）、あるいは、コンタクトホール 202 等の底部や側壁部の表面に付着した、例えば金属等の汚染物が除去される。

【0024】

そして、表面処理装置 1 は、 H_2 ガス等の還元ガスをプラズマ化して活性化するプラズマ形成管 30 と、被処理体であるウエハ W を収容してその表面のクリーニングを行うために所定の表面処理をする処理（反応）容器 10 と、この処理容器 10 内にクリーニングガスとしての ClF_3 混合ガスを供給するクリーニングガス供給管 26 と、から主に構成されている。

【0025】

処理容器 10 は、アルミニウム材料からなり、その内壁には石英（ SiO_2 ）ライニング 13、14 が張られてウエハ W の金属汚染、処理容器 10 のアルミニウム表面の浸蝕等が抑制されている。この処理容器 10 は、筒状のハウジング体であって、その横断面は、円形、方形、多角形状のいずれであってもよい。

【0026】

この処理容器 10 の底部には所定厚の底板 12 が嵌着されていて、この底板 12 上にはその表面を石英で覆われた基台 29 が配置され、この基台 29 には、石英によってウエハ載置部以外を覆われた円筒状のウエハ載置台（サセプター）20 が立設されている。このウエハ載置台 20 の略水平な上面には、被処理体であるウエハ W が石英製のクランプリング 21 により係止されるようになっている。さらに、円筒状の載置台 20 の内部には冷却媒体（チラー）を収納するジャケット（あるいはパイプ）22 をもつ熱交換体 23 が充填され、冷却媒体供給装置 42 より冷却管路 43 を介してウエハ W を所定の温度、例えば 20℃ 以下の温度に冷却するために冷却媒体がジャケット（あるいはパイプ）22 内に供給され、この冷却系を循環するようになっている。

【0027】

また、載置台 20 には、後述するように、載置したウエハ W を、加熱の際に、載置台 20 のウエハ載置部から離間した加熱位置まで上昇させるピン駆動機構 25 により昇降されるウエハリフト手段 24 が配設されている。このウエハリフト手段 24 は、図 2（a）、（b）にそれぞれ示すように構成されていて、処理容器 10 の下部に配設された載置台 20 の基台 29 の下面に液圧シリンダ 25（ピン駆動機構）を配設し、そのシリンダロッド 25 a の先端部に馬蹄形状の支持片 24 b を固着する。そして、この支持片 24 b から半径方向内方に延出したアーム 24 の所定個所、例えば 3 カ所に上方に突出したその先端部に尖頭部をもつ支持ピン 24 a を立設し、支持ピン 24 a でウエハ W を 3 点支持して略水平に維持する。そして、加熱ランプ 19 によるウエハ加熱時に、液圧シリンダ 25 を作動させてウエハ W を前述の加熱位置まで上昇させるようになっている。

【0028】

また、図 1 に示すように、処理容器 10 の底部に嵌着した底板 12 の周縁部には、例えば 4 個の排気管 40 が設けられていて、これらの排気管 40 にそれぞれ接続された真空ポンプ等の排気手段 41 により処理容器 10 内の真空引きを可能にしている。

【0029】

一方、処理容器10の上部には、アルミニウム材からなる頂板11が固着されていて、Oリング等のシール部材17を介してフランジ部16をもつ石英製のドーム（覆い）15が配設されている。このドーム15は、石英製のプラズマ形成管30と一体に形成されているので、それらを支えるための機械的強度が十分とれるものであればよく、その形状は、ドーム形状のものだけでなく、平坦な石英板でもよい。

【0030】

なお、シール部材17が配設されたシール部には圧力センサ等が配置されて、シール部の締付圧力やシール部からのガス漏洩防止のための監視を行うようにしてある。

【0031】

さらに、ドーム15の上方には、ウエハWをその上方から加熱して、ウエハW上の C1F_3 ガスを活性化するための多数の加熱ランプ19が配設されている。これらの加熱ランプ19は急速昇温を可能とするためハロゲンランプ等からなり、これらの加熱ランプ19から放出される熱線が透明な石英製のドーム15を透過して、前述の加熱位置まで上昇されたウエハWの表面に入射してウエハWを所定の温度、例えば150℃以下の温度、に加熱するようになっている。

【0032】

さらに、加熱ランプ19群は、金属等からなるカバー18により覆われていて、加熱ランプ19から外部への熱線及び光線を遮断するとともに、石英製のドーム15が仮りに破損しても C1F_3 や H_2 等のクリーニングガス及び還元ガスの外部への拡散、溢出を防ぐようにしてある。

【0033】

なお、 C1F_3 ガスを活性化するための手段として、紫外線を照射するための光源を用いてもよい。

【0034】

また、処理容器10の側壁には、ウエハWの搬出入時に開閉されるゲートバルブ10aが設けられて、接続される搬送室とその開放時に連通するようになって

いる。ゲートバルブ 10 a の内面も石英被覆保護されている。

【0035】

さらに、還元ガスを導入しプラズマ化するための石英製のプラズマ形成管 30 が同じく石英からなるドーム 15 の上部中央に溶融接合等により一体化して連結されてドーム 15 の中央で処理容器 10 に開口している。

【0036】

このプラズマ形成管 30 の上端部には、この中に還元ガスである H_2 ガスを導入する還元ガス導入部 33 が接続されていて、 H_2 ガス源 36 から流量制御器 (MFC) 34 を介してガス通路 33 a に H_2 ガスを供給して、還元ガスとして誘導コイル 35 が巻回されたプラズマ形成管 30 のプラズマ発生部へ供給するようになっている。

【0037】

この誘導コイル 35 には、例えば 13.56 MHz の高周波 (RF (Radio Frequency) 波) を発生する高周波電源 32 が、インピーダンスマッチングを行う整合回路 31 を介して、接続されている。高周波電力を誘導コイル 35 に供給することにより、プラズマ発生部に供給されてくる還元ガスがプラズマ化され、活性ガス種としてプラズマ形成管 30 の開口部 30 a から処理容器 10 内に供給される。

【0038】

なお、プラズマ発生源としてマイクロ波放電管を用いてもよい。

【0039】

さらに、プラズマ形成管 30 の開口部 30 a の下方に、処理容器内にクリーニングガスとしての CF_3 ガスを供給する多数のガス噴出孔 26 a が (好ましくは略水平な面、すなわち載置台 20 上に載置されたウエハ W の表面に略平行な面、に沿って略等間隔に配置されて) 設けられている。これらガス噴出孔 (CF_3 ガス供給部) 26 a は、導通管 26 に処理容器 10 の外壁に周設されたリング状の配管 26 b を介して接続され、この導通管 26 は、流量制御器 (MFC) 27 を介して CF_3 ガス源 28 に接続されて所定流量の CF_3 ガスを多数のガス噴出孔 26 a から処理容器 10 内に供給するようになっている。

【0040】

ここで、図1では、これらのガス噴出孔26aは、処理容器10の内壁面から僅かに内方に突出したパイプ状のものの先端部に開口されたものとしたが、直接、処理容器10の内壁面にガス噴出孔26aを開口させてもよい。

【0041】

また、図3(a)に示すように、石英製のリング状のシャワーヘッド261bを構成し、このシャワーヘッド261bに多数のガス噴出孔261aをその円周上に（好ましくはその円周上に略等間隔に配置して）下方（載置台20の方向）に向って開口し、導通管261をこのリング状のシャワーヘッド261aに接続したものを処理容器10内の所定位置に（好ましくは略水平に）配設して ClF_3 ガスを処理容器10内に供給するようにしてもよい。

【0042】

さらに、図3(b)に示すようにシャワーヘッド262bを格子状に形成して、多数のガス噴出孔262aを所定の個所に（好ましくはその格子上に略等間隔に配置して）開口させ、この格子状のシャワーヘッド262bに導通管262を接続したものを処理容器10内の所定位置に（好ましくは略水平に）配設して ClF_3 ガスを処理容器10内に供給するようにしてもよい。

【0043】

前述のように、 ClF_3 ガス供給手段を多数のガス噴出口を有するように構成することによって、 ClF_3 ガスを多数のガス噴出孔からシャワー状に処理容器10内に供給し、載置台20上に載置されたウェハW上に万遍なく均等に流下させることができる。

【0044】

表面処理方法の構成

次に、本発明の表面処理方法の実施の形態の1例である、以上のように構成された表面処理（クリーニング）装置1を用いた表面処理（クリーニング）方法について、図4（フローチャート）に基づいて説明する。

【0045】

図1に示す表面処理装置1は、真空ポンプ41を作動させて排気管40より真

空引きすることにより、処理容器10内が真空雰囲気（例えば1～3 Torr）にされている。

【0046】

まず、被処理体であるウエハW1枚を、ゲートバルブ10aを開放して、隣接する、例えば真空搬送室から処理容器10内に搬入し、載置台（サセプター）20上に載置した後にゲートバルブ10aを閉鎖し、クランプリング21を作動させて、ウエハWを載置台20に係止する。この時、このウエハWには、例えば前工程でコンタクトホール202（図7参照）が形成されていて、このホール底部の表面には図5（a）に示すように自然酸化物80が発生している。

【0047】

そして、 ClF_3 （3フッ化塩素）ガスが流量制御器（MFC）27で所定の流量に制御されつつクリーニングガス供給管26に供給され、処理容器10内に開口した多数のガス噴出孔26aからシャワー状に処理容器10内に供給され載置台20上に載置されたウエハW上に万遍なく均等に流下する。

【0048】

この際、図1に示す冷却媒体供給装置42を作動させて冷却媒体（例えば、エチレングリコール）を載置台20内に供給して載置台20を冷却し、載置台20のウエハ載置部に載置されたウエハWを冷却してあるので、この冷却により、ウエハWへの ClF_3 ガスの吸着が促進され、ウエハW上に ClF_3 ガスが良く吸着する。発明者の実験によると、ウエハWの表面温度が100℃以下の温度領域では、 ClF_3 は殆んど分解せず、若干量がウエハWの表面に吸着する。ウエハWの表面温度が低い場合には、 ClF_3 の吸着量が増えるので、 ClF_3 ガスをウエハWの表面に効率良く吸着させるために、ウエハWの表面温度を20℃以下の温度に冷却し、図5（b）に示すように、ウエハW上に ClF_3 ガスを吸着させる。

【0049】

次いで、処理容器10内への ClF_3 ガスの導入を停止する。この時、処理容器10内は真空排気されている。

【0050】

また、室温では、 ClF_3 は殆ど反応しない（自然酸化物80等が除去されず、ウエハWの表面がクリーニングされない）ので、この状態で、クランプリング21を作動させてウエハWの載置台20への係止を解除し、ウエハリフト手段24を駆動させてウエハWを前述の加熱位置まで上昇させ、加熱手段の加熱ランプ19を点灯させ、加熱ランプ19によりウエハWの上方からその表面を室温から急速に所定の温度、例えば150℃の温度、まで上昇させる。

【0051】

この加熱ランプ19による150℃の温度への急速加熱によって、ウエハW上に吸着された ClF_3 ガスはその表面上で熱分解し活性化されてウエハW表面から自然酸化物80等が除去され、ウエハWの表面のクリーニングがなされる。クリーニング後、加熱ランプ19を消灯させる。

【0052】

このように、 ClF_3 ガスを用いてウエハW表面をクリーニングした後は、図5(c)に示すように、ウエハWの表面に、クリーニングに用いた ClF_3 ガスに由来する塩素が、例えばウエハWの表面を構成する原子に結合した塩素原子というかたちで、残留している。

【0053】

そこで、図1に示す H_2 ガス源36から流量制御器34を介してガス通路33aに H_2 ガスを還元ガスとして供給する。誘導コイル35に高周波電力を供給することによって、ガス通路33aに供給された H_2 ガスは、プラズマ形成管30内でプラズマ化され、活性ガス種として、プラズマ形成管30の開口部30aから処理容器10内に載置されたウエハW上に流下して、ウエハW上に残留する塩素を図5(c)に示すようにウエハW表面から還元作用により除去する。

【0054】

なお、この還元ガスによる残留塩素の除去を処理容器10以外の別のチャンバで行ってもよい。また、還元ガスをプラズマ化せずに処理容器10内に導入し、加熱ランプ19によってウエハWを所定の温度に加熱することによって、ウエハWからの残留塩素の除去を行ってもよい。

【0055】

その後、還元ガスの導入を停止する。この時、処理容器10内は真空排気されている。

【0056】

最後に、図1に示すゲートバルブ10aを開放して表面のクリーニングが終了したウエハWを処理容器10内から搬出して、例えば、隣接する真空搬送室に戻し、ゲートバルブ10aを閉鎖した後に、次工程、例えば、真空搬送室に隣接する加熱室へウエハWを搬送ロボット等により搬入する。

【0057】

上述の表面処理方法では、ウエハWの表面に ClF_3 ガスを供給して、ウエハWの表面に ClF_3 ガスを吸着させ、 ClF_3 ガスのウエハWの表面への供給を停止した後に、ウエハWの表面に吸着した ClF_3 ガスを用いてウエハWの表面をクリーニングするようにした。そのため、反応する ClF_3 の量をウエハの表面に吸着した量かそれ以下に制限して、 ClF_3 ガスによる反応の進行度合を制御することができ、ウエハW上に形成されている絶縁膜や金属配線膜等が過度にエッチングされることを抑制することができる。

【0058】

また、ウエハWの表面温度を 20°C 以下の温度に冷却して、ウエハWへの ClF_3 ガスの吸着を促進しているので、 ClF_3 ガスをウエハWの表面に効率良く吸着させることができる。

【0059】

また、ウエハWを加熱する際に、載置台20のウエハ載置部から離間した加熱位置までウエハWを上昇させているので、載置台20とウエハWとの間の熱伝達が抑制され、ウエハWの加熱を効率良く行うことができる。

【0060】

また、 ClF_3 ガスを用いてウエハWの表面をクリーニングし、ウエハWの表面に残留した、該 ClF_3 ガスに由来する塩素を還元ガスを用いて除去するようにしたので、該塩素によってウエハW上の金属膜等が腐蝕されることを抑制することができる。

【0061】

また、還元ガスとして H_2 ガスを用いているので、ウエハ上の残留塩素と還元ガスとの反応生成物は揮発性の塩化水素となり、該反応生成物を容易に処理容器外に排出することができる。

【0062】

なお、上述の表面処理方法は、Si上に発生した自然酸化物を除去する場合のほかに、例えば、W、Ti、Al、Ni、Co及びそれらのシリサイド上に成長した極薄い（10～20オングストローム程度）酸化物を除去する場合にも適用できる。

【0063】

また、上述の表面処理方法は、コンタクトホールが形成されたウエハWの表面のクリーニングを行う場合のほかに、例えば、ビアホールが形成されたウエハWの表面のクリーニングを行う場合にも適用できる。

【0064】

クラスタ装置の構成

以下に、本発明の表面処理装置を、搬送チャンバを介して他の処理装置（例えば金属配線形成チャンバ）と接続して構成したマルチチャンバ方式のクラスタ装置の一実施形態について説明する。

【0065】

図6に示すクラスタ装置100は、本発明の処理装置の一実施形態である、図1に示す表面処理装置1を真空クリーニングチャンバ101として、真空クリーニングチャンバ101、加熱チャンバ102、1台あるいは複数台の金属配線形成チャンバ103（例えば、Al、Ti、TiN、Si、W、WN、Cu、Ta、Ta₂N₅、Si₃N₄等の金属配線形成を被処理体上にCVDで行うもの）、冷却チャンバ104及びロードロックチャンバ105を、それぞれゲートバルブ108を介して、内部を真空に維持することが可能な搬送チャンバ106に接続したものである。そして、搬送チャンバ106内に配設された搬送ロボット107によって、被処理体、例えば半導体ウエハを、搬送チャンバ106とそれ以外の各チャンバとの間で、非反応性雰囲気である真空中で搬送可能に構成されている。

【0066】

半導体ウエハは、まずカセット内に配置された状態でロードロックチャンバ105内に搬入され、ロードロックチャンバ105内の真空引きが行われる。次に、ウエハが、ロードロックチャンバ105内から搬送チャンバ106内に1枚ずつ搬入され、搬送チャンバ106内でオリフラ合せ等のアライメントが行われる。次に、ウエハが、搬送チャンバ106内から真空クリーニングチャンバ101内に搬入されて、真空クリーニングチャンバ101内でウエハの表面のクリーニングが行われる。

【0067】

次に、ウエハが、真空クリーニングチャンバ101内から搬出されて搬送チャンバ106内に搬入された後、搬送チャンバ106内から加熱チャンバ102内に搬入され、加熱チャンバ102内で予め加熱される。

【0068】

さらに、ウエハが加熱チャンバ102内から搬出されて搬送チャンバ106内に搬入された後、搬送チャンバ106内から金属配線形成チャンバ103内に搬入され、金属配線形成チャンバ103内でCVDによりAl、Ti等の金属配線が、ウエハ上に形成される。次に、ウエハが、金属配線形成チャンバ103内から搬出されて搬送チャンバ106内に搬入された後、搬送チャンバ106内から冷却チャンバ104内に搬入され、冷却チャンバ104内で冷却される。

【0069】

次に、ウエハが冷却チャンバ104から搬出されて搬送チャンバ106内に搬入された後、搬送チャンバ106内からロードロックチャンバ105内に搬入される。ロードロックチャンバ105内に戻された処理後のウエハは、ロードロックチャンバ105内が常圧にされた後に、ロードロックチャンバ105から搬出されるようになっている。

【0070】

ここで、とくに冷却チャンバ104を配置した理由は、通常約500℃の温度にウエハが加熱される金属配線形成チャンバ103から約150℃の温度しか許容されないウエハカセットを収納するロードロックチャンバ105へ配線形成後

ウエハを搬入する前に大幅なウエハの温度低下が不可欠であるからである。

【0071】

なお、金属配線形成の前に、ウエハを予め加熱しておく必要がない場合には、加熱チャンバ102を省略してもよい。

【0072】

上述のクラスタ装置では、ウエハ表面のクリーニングからウエハ上への金属配線形成までの連続プロセスを、途中でウエハを大気に曝すことなく行うことができるので、クリーニングから金属配線形成までの間にウエハ上に自然酸化物が発生することを防止することができる。

【0073】

これにより、該連続プロセスを、例えばコンタクトホール、ビアホールが形成されたウエハに対して行くと、ホールに埋め込まれる金属とホール底との接触部の抵抗値を低くすることができる。

【0074】

また、該連続プロセスを一つのクラスタ装置内で行っているので、クリーニングから金属配線形成までの時間管理が不要になるとともに、該連続プロセスを高いスループットで行うことができる。

【0075】

【発明の効果】

本発明の表面処理方法及びその装置によれば、半導体素子等の製造工程において用いられた場合に製品の信頼性を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の表面処理装置の一実施の形態の模式構成図。

【図2】

図1に示した表面処理装置に用いられるウエハリフト機構を示し、図2（a）はその平面図、図2（b）はその側面図を示す。

【図3】

図1に示した表面処理装置に用いる ClF_3 ガス供給部（シャワーヘッド）の

変形例であって図 3 (a) は、リング状のシャワーヘッドを、また、図 3 (b) は、格子状のシャワーヘッドをウエハ載置台側から見た状態を示す平面図。

【図 4】

本発明の表面処理方法の一実施の形態の各工程を示すフローチャート。

【図 5】

本発明の表面処理方法の一実施の形態の工程を示す図であって、図 5 (a) は、ウエハに付着した自然酸化物の付着状態の拡大図、図 5 (b) は、ウエハ上に ClF_3 ガスが吸着した状態の拡大図、図 5 (c) は、プラズマにより活性化した還元ガス (H_2 ガス) によって残留塩素を除去する状態の拡大模式図。

【図 6】

図 1 に示した本発明の一実施の形態である表面処理装置を真空クリーニング装置として用いて加熱装置、配線形成装置及び冷却装置と組合せて構成した真空クラスタ装置の概念図。

【図 7】

自然酸化膜を除去する従来の表面処理方法を説明する図であって、図 7 (a) は、ウエハのコンタクトホール底部に生成された自然酸化膜の付着状態を示す拡大図、図 7 (b) は、コンタクトホールの側壁に凹凸等が形成された状態を示す拡大模式図。

【符号の説明】

- 1 表面処理装置 (真空クリーニング装置)
- 10 処理容器
- 13 石英ライニング
- 15 石英ドーム
- 18 加熱部カバー
- 19 加熱ランプ
- 20 ウエハ載置台
- 21 クランプリング
- 24 ウエハリフト手段
- 25 ピン駆動機構

26 クリーニングガス (ClF_3 ガス) 供給管

28 ClF_3 ガス源

29 基台

30 プラズマ形成管

31 整合回路

32 高周波発生源

33 還元ガス導入部

35 誘導コイル

36 H_2 ガス源

40 排気管

41 真空ポンプ

80 自然酸化膜

W 半導体ウエハ (被処理体)

100 真空クラスタ装置

101 真空クリーニングチャンバ

102 加熱チャンバ

103 配線形成チャンバ

104 冷却チャンバ

105 ロードロックチャンバ

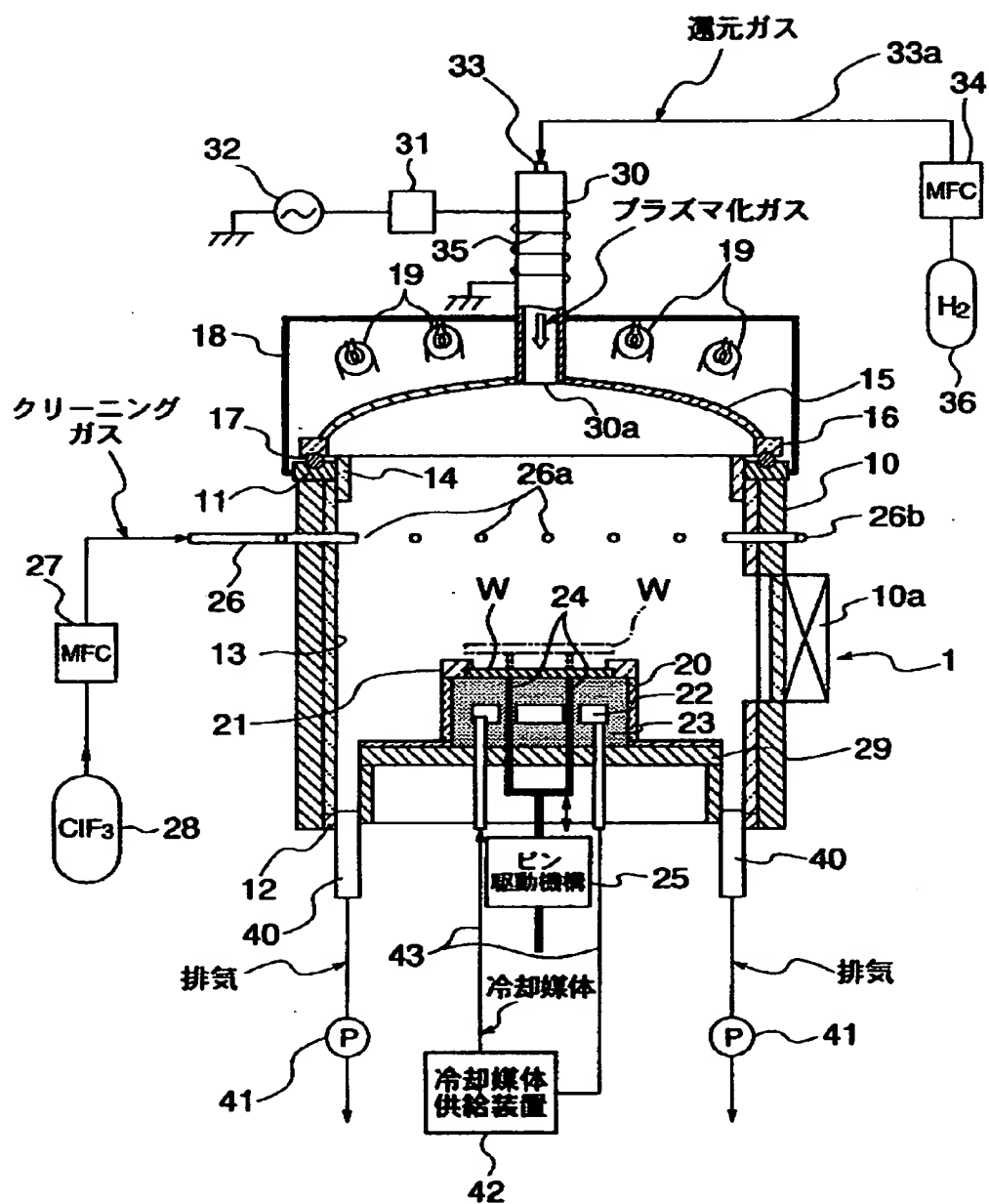
106 搬送チャンバ

107 搬送ロボット

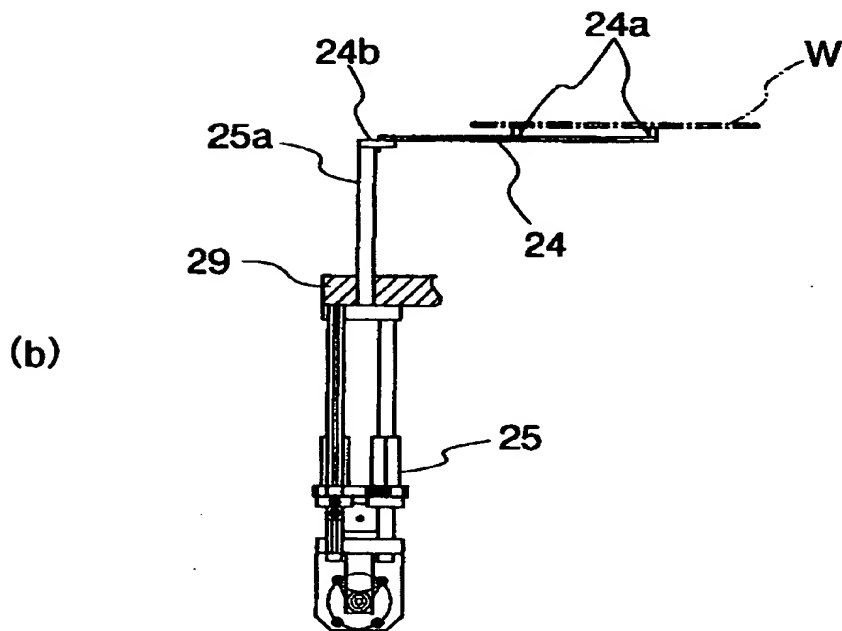
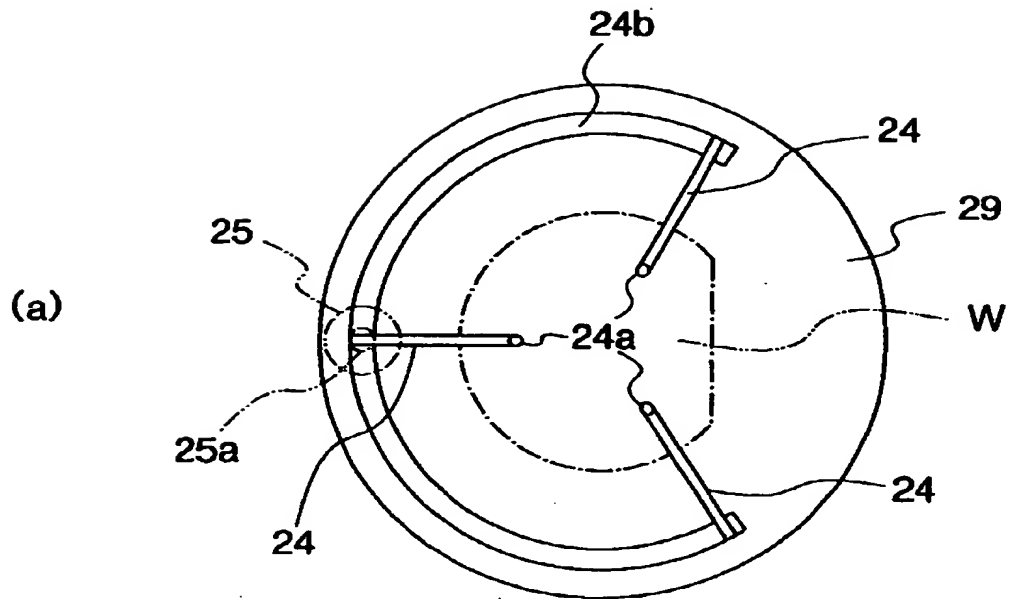
108 ゲートバルブ

【書類名】 図面

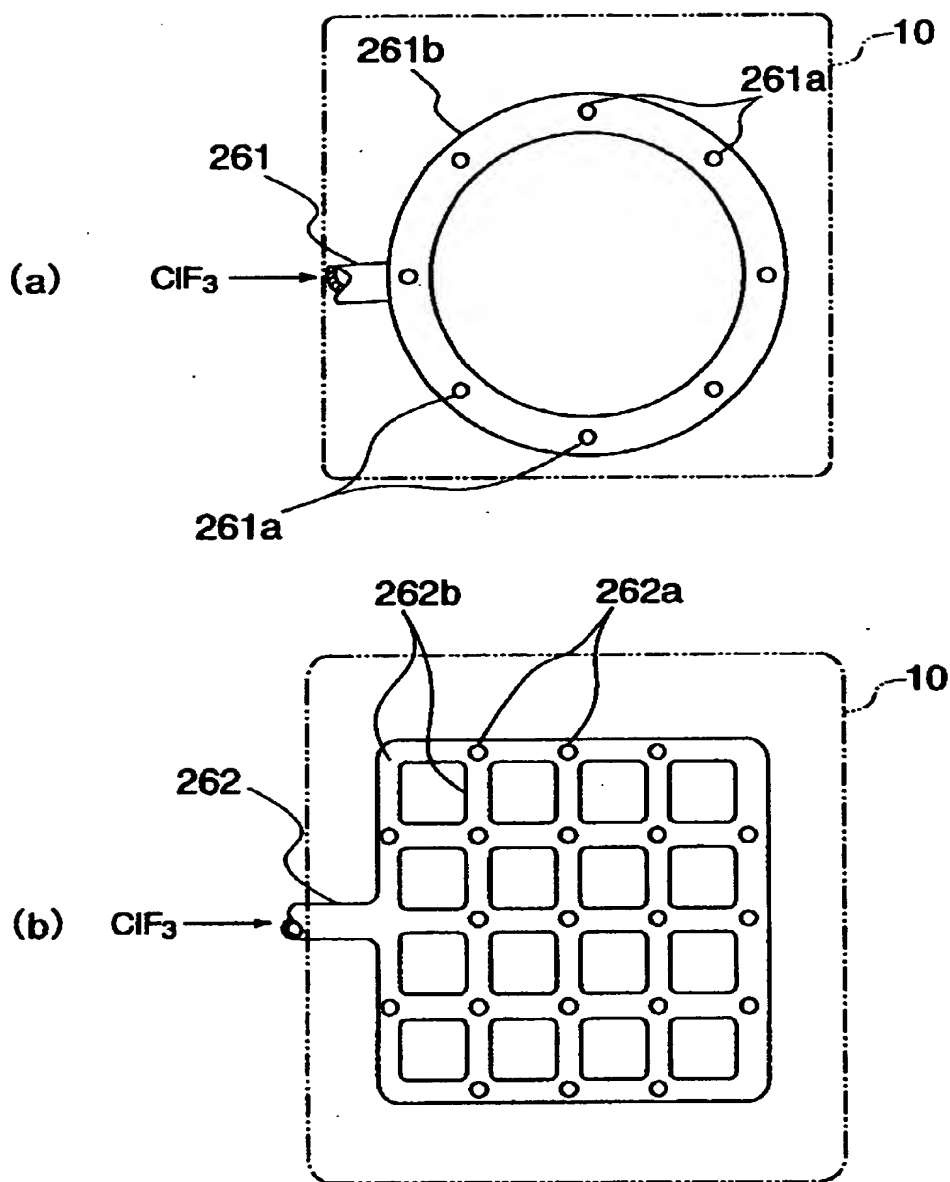
【図1】



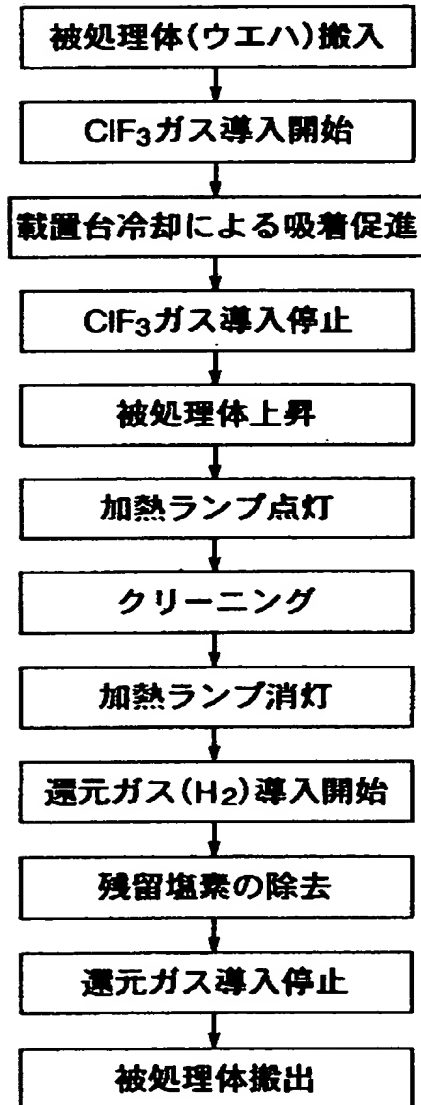
【図 2】



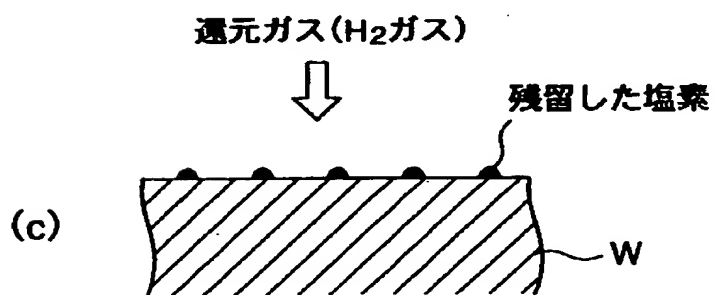
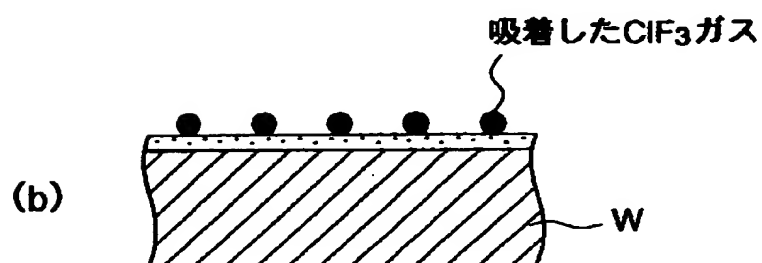
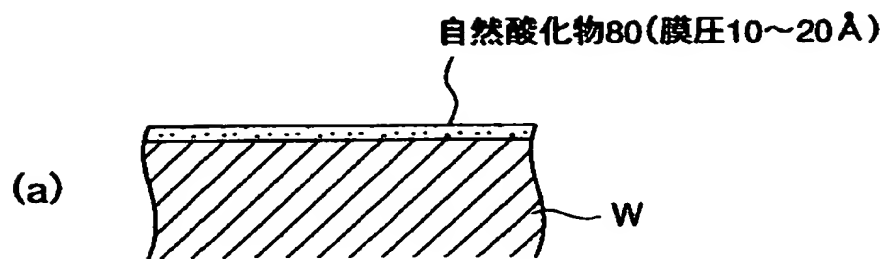
【図 3】



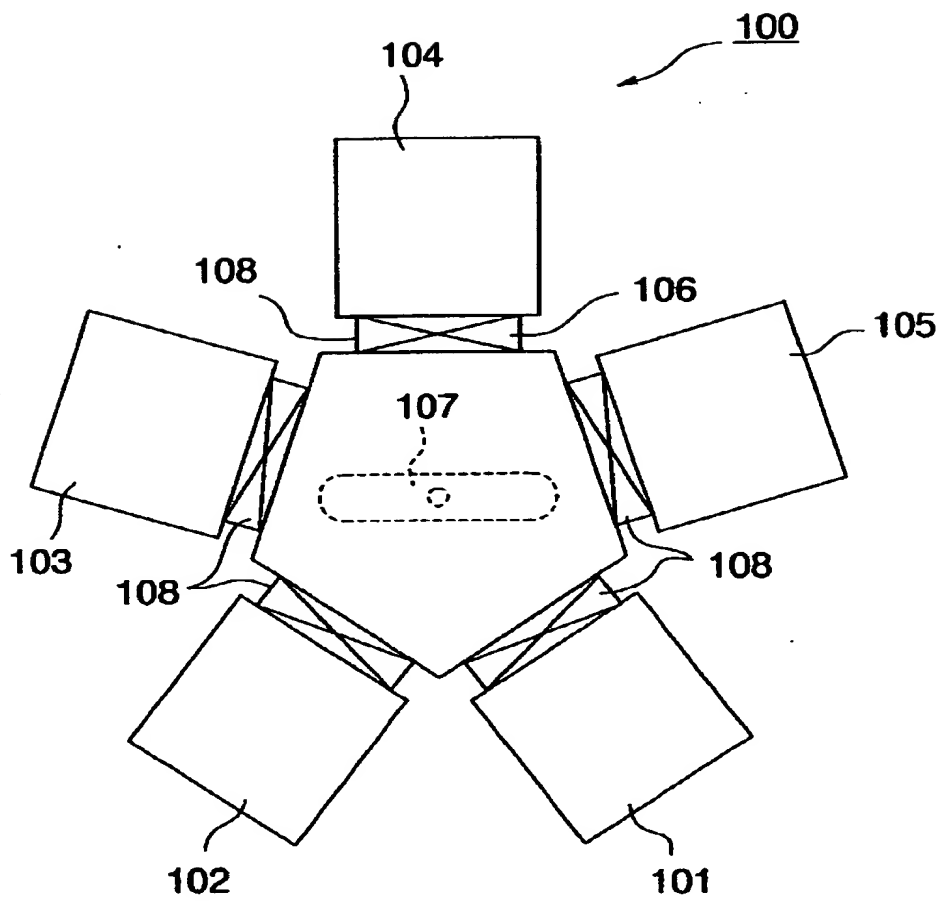
【図 4】



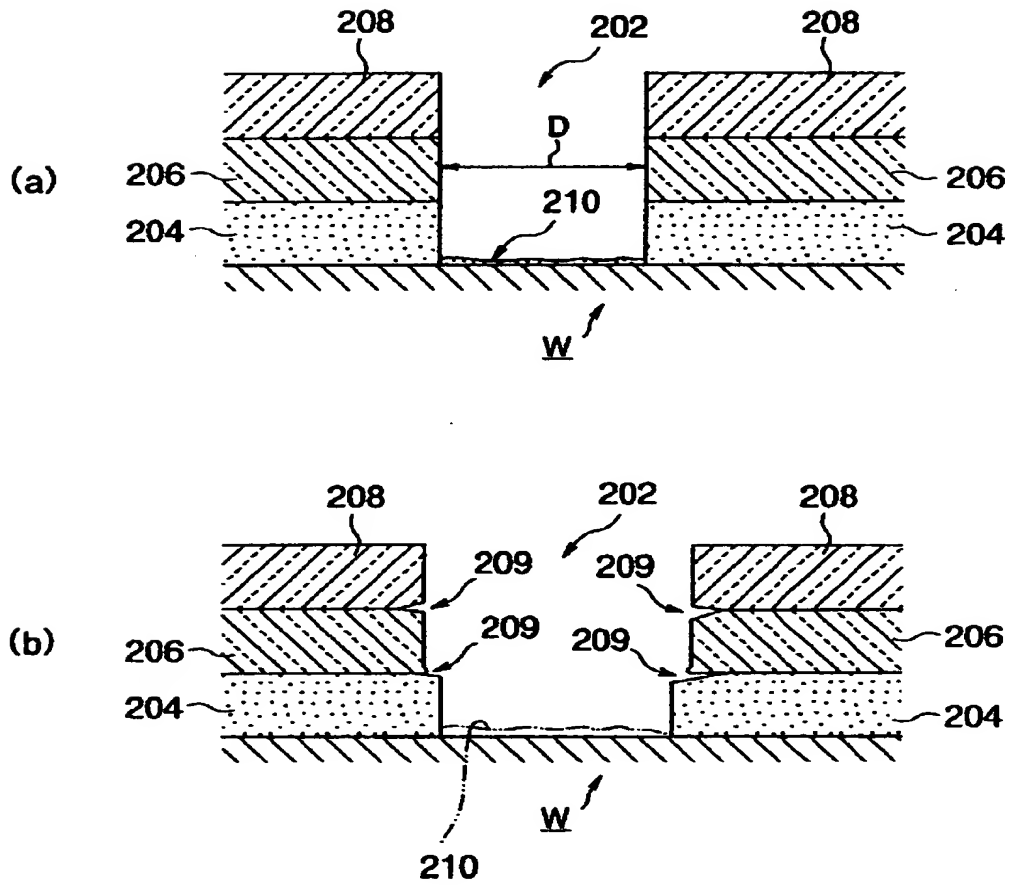
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体素子等の製造工程に用いた場合に、製品の信頼性を向上させることが可能な表面処理方法及びその装置を提供する。

【解決手段】 被処理体Wを処理容器10に搬入し、 ClF_3 ガスをクリーニングガスとして供給部26から処理容器10内に導入し、 ClF_3 ガスを被処理体W表面に吸着させ、 ClF_3 ガスの処理容器10への導入を停止し、被処理体W表面に吸着した ClF_3 ガスによって被処理体の表面をクリーニングする。次いで、還元ガスを処理容器W内に導入して被処理体W表面から ClF_3 ガスに由来する塩素を除去した後、還元ガスの導入を停止し、クリーニング後の被処理体Wを処理容器10から搬出する。また、表面処理装置1と他の処理装置とを互いに真空搬送可能に配設してクラスタ装置を構成する。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000219967
【住所又は居所】 東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号
【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100094651
【住所又は居所】 東京都中央区八丁堀 3-9-8 新京橋第 1 長岡ビル 5 階 エテルナ国際特許事務所
【氏名又は名称】 大川 晃

【書類名】 手続補正書
【提出日】 平成10年10月14日
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
 【出願番号】 平成10年特許願第291867号
【補正をする者】
 【事件との関係】 特許出願人
 【識別番号】 000219967
 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社
 【代表者】 東 哲郎
【代理人】
 【識別番号】 100094651
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 大川 晃
【手数料補正】
 【補正対象書類名】 特許願
 【納付金額】 21,000円

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 手続補正書

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】
【識別番号】 000219967
【住所又は居所】 東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号
【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100094651
【住所又は居所】 東京都中央区八丁堀 3-9-8 新京橋第 1 長岡ビル 5 階 エテルナ国際特許事務所
【氏名又は名称】 大川 晃

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	1994年 9月 5日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社